

建筑机械自动化技术在工程施工中的应用

张丽红

新疆天山职业技术大学

DOI:10.32629/btr.v8i12.5160

[摘要] 现代化建筑工程建设朝着精细化、标准化方向稳步推进,自动化技术逐步融入各类施工机械设备中。本文结合建筑施工全流程场景,梳理土方、混凝土、起重吊装等各类自动化施工机械的应用特点,剖析自动化技术在基础工程、主体结构、市政施工等领域的落地方式,阐释智能感知、自动控制、设备协同等核心支撑技术的运行逻辑,同时探讨设备智能集成、全流程自动化覆盖、绿色节能升级等优化路径,为建筑施工智能化转型提供技术参考。

[关键词] 建筑机械; 自动化技术; 工程施工; 智能施工; 设备协同

中图分类号: TU6 **文献标识码:** A

Application of Construction Machinery Automation Technology in Engineering Construction

Lihong Zhang

Xinjiang Tianshan Vocational and Technical University

[Abstract] Modern construction projects are steadily developing toward refined and standardized practices, and automation technologies are gradually being integrated into various construction machinery and equipment. Based on different stages of the construction process, this paper summarizes the application characteristics of various types of automated construction machinery, including earthmoving, concrete, and lifting equipment. It analyzes the implementation of automation technologies in foundation engineering, structural construction, and municipal construction, and explains the operating mechanisms of key supporting technologies such as intelligent sensing, automatic control, and equipment coordination. It also explores optimization approaches including intelligent equipment integration, full-process automation coverage, and green and energy-efficient upgrades, providing a technical reference for the intelligent transformation of construction.

[Key words] construction machinery; automation technology; engineering construction; intelligent construction; equipment coordination

引言

建筑行业的机械化、智能化转型,是现代工程建设提质增效的重要依托。传统施工模式依赖人工操作,极易产生施工偏差,难以适配现阶段复杂、高标准的建筑施工需求。建筑机械自动化技术依托智能科技完成设备升级改造,能够适配不同施工工况与场地环境,规范各工序施工标准。这项技术的广泛落地,有效革新了传统施工模式,推动建筑施工朝着精细化、规范化、集成化方向持续发展。

1 工程施工中自动化建筑机械的主要类型

1.1 土方施工自动化机械

土方施工自动化机械是土建工程基础施工环节的核心装备,能够依托智能控制系统完成场地整理、土方开挖与土方回填等系列基础作业。这类机械搭载智能调控系统,可根据施工场地的地形状态调整作业姿态与作业幅度,适配各类场地的土方施工

需求^[1]。设备运行过程中依托智能感知体系适配土体硬度与场地工况,自主完成连续性施工作业,减少人工干预带来的作业偏差,适配建筑工程前期场地整治与基础开挖的整体施工需求。

1.2 混凝土施工自动化机械

混凝土施工自动化机械聚焦混凝土物料的输送、摊铺与振捣等关键施工环节,实现混凝土施工工序的智能化运转。这类机械依托内置调控程序管控物料输送速度与摊铺厚度,保障混凝土铺设作业的均匀性与规整度。智能调控模块可匹配不同施工结构的浇筑需求,适配墙体、楼面、基础结构等不同施工部位的混凝土作业标准,维持混凝土施工工序的标准化推进,提升建筑结构浇筑施工的规整性。

1.3 起重吊装自动化机械

起重吊装自动化机械主要服务于建筑构件、施工物料的高空转运与定位安装作业,是高层建筑与大型工程施工的关键装

备。机械搭载的智能调控体系可精准管控吊装幅度与作业位置，依托空间感知能力适配不同施工层高与作业半径。智能调控模式能够稳定设备运行状态，规避人工操作产生的位置偏移问题，适配各类重型物料与预制构件的高空就位施工需求。

1.4 桩基施工自动化机械

桩基施工自动化机械应用于建筑基础桩基施工环节，承担成孔、沉桩与桩基加固等核心基础作业。设备智能系统可适配不同地质条件调整作业深度与作业力度，贴合建筑基础施工的地质适配要求。智能化运行模式能够维持桩基作业的规整性与统一性，保障桩基施工工序的规范性，为建筑整体结构的稳定性提供基础施工支撑。

1.5 路面施工自动化机械

路面施工自动化机械针对道路工程的路面铺设、整平与压实等工序设计，适配市政道路与厂区路面等各类路面施工场景。设备依托智能调控体系管控路面铺设平整度与压实程度，统一路面施工的作业标准。智能感知模块可适配路面施工的坡度与厚度要求，持续完成路面连续化施工作业，保障路面施工的规整性与施工质量的统一性，适配各类路面工程的标准化施工建设需求。

2 建筑机械自动化技术的核心应用领域

2.1 基础工程施工应用

基础工程构成建筑工程建设的底层支撑，施工质量优劣直接把控建筑整体稳定性能与长期使用状态。自动化技术深度嵌入基础施工全流程作业环节，助力各类施工设备高效完成场地土方整治、地基土层改良、桩基结构构筑等关键施工内容^[2]。智能控制模块能够根据施工现场的地质环境变化自主调节设备运行参数，适配不同场地的土层硬度与地层结构，保障各类基础施工工序保持平稳有序的推进节奏。智能调控模式可以精准把控设备作业深度与作业力度，最大限度弱化人工操作带来的施工偏差，持续提升基础施工工序的规整水平与施工精度，为后续主体结构搭建建筑牢坚实的工程基础。

2.2 主体结构施工应用

主体结构施工是建筑成型过程中的核心施工阶段，囊括预制构件架设、整体混凝土浇筑、钢构体系拼装等多项关键工序，行业对施工精度、作业规范程度有着严苛的执行标准。自动化技术深度适配主体结构施工的各类场景，让专业化施工设备依托智能运算程序完成标准化作业动作，精准落实建筑结构搭建与工程物料浇筑的各项核心操作。智能感知体系严格对标建筑设计规范，科学规划设备作业轨迹与覆盖范围，有效提升建筑承重构件与整体框架结构的装配质量。经过智能化升级的施工设备能够适配多层建筑、高层建筑以及大跨度建筑的施工场景，推动建筑主体施工模式朝着标准化与精细化方向持续升级。

2.3 装饰装修施工应用

装饰装修施工针对建筑内外空间开展精细化处理作业，直接改善建筑空间的使用功能与视觉观感，现代建筑建设体系中对装修施工的精细管控标准持续升级。自动化技术为各类修

专用施工设备提供智能化运行支撑，高效完成建筑表层打磨、装饰涂层摊铺、装饰板材铺装等精细施工工序。智能调控体系可以统一全程作业标准，大幅缩减人工操作失误引发的施工误差，让大面积施工区域保持均匀平整的施工状态。自动化设备的稳定运行能够稳步提升装修施工的精细程度与整体统一性，充分适配各类民用建筑与公共建筑的高品质装修建设需求。

2.4 市政配套施工应用

市政配套施工聚焦城市公共基础设施的建设与完善，涵盖城市道路修筑、地下管网布设、施工场地平整等核心建设内容，整体作业具备工况复杂、覆盖范围广泛、施工环境多变的特点。自动化技术贴合市政工程的建设特征，赋能各类专业施工设备完成路面压实、管线规整排布、路基修整夯实等核心市政作业。智能运行系统可以结合施工现场的环境条件与工程建设标准动态调整设备运行状态，保障长距离、大范围市政施工的质量统一性。先进技术的应用能够优化复杂工况下的施工流程，提升市政工程的施工规整度与作业效率，持续完善城市公共基础设施配套体系。

3 建筑机械自动化的关键支撑技术体系

3.1 智能感知与采集技术

智能感知与采集技术构成建筑机械自动化作业的底层技术基础，支撑施工设备脱离人工干预完成自主运行操作。各类传感元器件搭载于施工设备本体，持续采集施工现场环境状态、设备运行参数以及施工工况变化等关键信息。采集得到的动态数据可以输送至设备核心处理终端，为设备运行状态调整和作业方式优化提供有效数据支撑^[3]。稳定的数据采集能力能够提升施工设备对现场环境的适配能力，让自动化作业流程保持稳定高效的运行状态，适配各类复杂施工场景的作业需求。

3.2 自动控制与调节技术

自动控制与调节技术是保障建筑机械作业精度与作业稳定性的核心技术手段，主导设备全流程作业管控。系统依托内置数据运算程序解析感知模块传输的实时数据，结合工程施工既定标准完成设备运行状态的自主优化。施工场景出现工况变动时，系统可自主调整设备作业力度、行进速度以及作业轨迹，让设备运行状态贴合现场施工的实际需求。技术架构可以抵御外部环境因素对施工过程的干扰，维持作业参数的稳定性，规避作业状态波动引发的施工偏差。成熟的控制调节体系能够持续提升施工工序的标准化程度，满足现代建筑工程精细化、高质量的施工建设标准。

3.3 定位与导航技术

定位与导航技术为移动式建筑施工机械提供精准空间作业指引，保障场地施工与高空作业的位置精准度。技术依托空间数据建模与运算方式搭建施工现场专属作业坐标体系，清晰划定设备有效作业范围与安全运行路径。施工机械依托技术赋能完成自主行进、定点启停与精准作业，有效规避空间位置偏移引发的施工质量问题。施工场地内部环境复杂多变，各类施工障碍物与复杂地形会干扰设备正常运行。精准的定位导航功能可以辅

助设备规避场地障碍,优化行进路线,提升自动化机械现场作业的有序性与精准度,适配大中型工程的机械化施工场景。

3.4 设备联动与协同技术

设备联动与协同技术助力多类型建筑机械实现作业配合,适配大型工程多设备并行的施工运行模式。技术搭建一体化数据交互通道,打通不同功能施工机械的数据传输壁垒,实现运行参数与作业进度的互通共享。各类施工机械依据整体施工节奏调整自身作业状态,完成前后工序的精准衔接与作业节奏的相互匹配。多设备作业模式容易产生工序脱节与作业交叉干扰问题,协同联动机制可以理顺各设备作业节奏,规避作业冲突与工序断层。技术应用能够提升整体施工流程的紧凑程度,强化自动化施工体系的整体运行效率,适配规模化、集成化的现代工程施工模式。

4 建筑机械自动化技术的优化与发展方向

4.1 设备智能化集成升级

建筑机械自动化发展进程中,设备智能化集成升级是核心优化方向,聚焦单一设备功能模块的整合与智能性能的迭代更新^[4]。传统施工机械的智能模块多呈现独立运行状态,功能衔接程度偏低,难以适配复杂施工场景的综合作业需求。智能化集成升级能够整合感知、控制、运算等多项功能模块,统一设备内部数据传输与运行逻辑。升级改造后的施工机械可以自主完成数据分析、参数调节、作业优化等系列操作,丰富设备作业功能,提升设备独立作业的适配能力。模块集成的发展模式能够精简设备内部硬件结构,优化运行程序,让自动化设备适配更多复杂施工工况,持续提升单机作业的智能化水平。

4.2 施工全过程自动化覆盖拓展

现阶段建筑机械自动化应用多集中于单一施工工序,整体作业覆盖范围存在明显局限,部分辅助施工环节仍依赖人工操作。施工全过程自动化覆盖拓展针对施工流程的短板环节开展优化工作,推动自动化技术渗透工程建设全流程。技术拓展可以填补前期筹备、中期施工以及后期收尾等薄弱环节的自动化空白,构建完整的自动化施工运行模式。持续拓宽的技术应用场景能够弱化人工参与占比,统一全流程施工标准,消除工序衔接过程中的质量差异,推动建筑施工模式向全流程智能化转型。

4.3 绿色节能自动化技术迭代

绿色施工理念全面普及的行业背景下,节能降耗成为建筑机械自动化技术迭代的重要目标。传统自动化设备运行过程中存在能耗管控精度不足、能源利用率偏低的问题。绿色节能自动化技术迭代围绕设备能耗管控、清洁能源适配、运行模式优

化开展技术革新。全新的智能能耗调控程序可以依据作业负荷匹配能源输出力度,减少无效能源消耗。技术革新还能优化设备运行工况,降低施工过程中的污染排放,让自动化施工设备兼顾作业精度与绿色施工标准,适配建筑行业低碳建设的长期发展趋势。

4.4 多设备协同自动化体系完善

多设备协同作业是规模化建筑施工的主流模式,现有协同运行体系仍存在数据交互不顺畅、作业节奏匹配度不足的问题。多设备协同自动化体系完善重点优化设备群的运行交互机制,搭建统一稳定的作业交互平台。体系优化可以规范不同类型施工机械的数据交互形式,统一作业运行标准,实现各类设备作业节奏的精准匹配^[5]。完善的协同运行机制能够消解多设备作业的交叉干扰,理顺各工序的推进节奏,强化批量设备整体作业的规整性与高效性,适配大型建筑工程集成化、规模化的施工建设需求。

5 结束语

建筑机械自动化技术已然成为现代建筑工程提质增效、规范施工流程的重要支撑,各类自动化施工机械可精准适配不同施工环节的建设需求,依托多元支撑技术构建起智能化施工体系,全面覆盖建筑工程与市政施工各类场景。通过设备智能集成、全流程自动化拓展、绿色技术革新以及协同体系完善等优化举措,能够有效补齐现阶段自动化施工的短板。持续推进建筑机械自动化技术的迭代与落地,可不断提升建筑施工的精细化、标准化与绿色化水平,为建筑行业高质量发展筑牢技术根基。

【参考文献】

- [1]李帅.建筑工程施工机械自动化技术的应用研究[J].山西建筑,2025,51(13):188-190.
- [2]李良,李强.建筑工程施工机械自动化技术的应用研究[J].砖瓦世界,2025(11):73-75.
- [3]邓凡虎,赵红臣.建筑幕墙施工中机械自动化技术应用及效果分析[J].中国建筑金属结构,2026,25(7):105-107.
- [4]李悦.基于智能技术的建筑施工机械自动化应用研究[J].现代工程科技,2023,2(21):88-90.
- [5]买咏平.自动化技术在机械工程中的应用[J].科技与创新,2022(22):160-162,165.

作者简介:

张丽红(1992--),女,汉族,河南人,研究生,讲师,研究方向:机械方向。